

Perbandingan Penggunaan Beberapa Metode Deteksi Tepi Pada Pengolahan Citra Radiologi Fraktur Tulang

Ray Andrie Junior^a, Nurhasanah^{a*}, Iklas Sanubary^a

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura,
Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email : nurhasanah@physics.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pengolahan citra radiologi fraktur tulang menggunakan metode deteksi tepi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara beberapa metode deteksi tepi, sebelum dan setelah di-*Global thresholding*. Citra radiologi yang digunakan adalah tujuh citra fraktur tulang. Metode deteksi tepi yang digunakan meliputi metode Robert, Sobel, Prewitt, Laplace of Gauss (LoG) dan Canny, sedangkan metode segmentasi citra digunakan metode *Global thresholding*. Hasil perbandingan citra asli dengan citra yang sudah diolah menggunakan metode deteksi tepi menunjukkan nilai MSE (*Mean Squared Error*) terendah sebesar 32,12 dengan menggunakan metode Canny hingga tertinggi sebesar 131,03 menggunakan metode Robert. Nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) terendah sebesar 26,99 dB dengan menggunakan metode Robert hingga nilai PSNR tertinggi sebesar 33,1 dB dengan menggunakan metode Canny. Sedangkan perbandingan antara citra asli dengan citra yang sudah diolah menggunakan metode deteksi tepi dan disegmentasi dengan metode *Global thresholding* menunjukkan nilai MSE terendah 33,51 menggunakan metode Canny hingga tertinggi 130,94 menggunakan metode Robert. Nilai PSNR terendah sebesar 26,99 dB menggunakan metode Robert hingga tertinggi sebesar 32,91 dB dengan menggunakan metode Canny. Nilai PSNR tertinggi diperoleh dari penggunaan metode Canny yang disegmentasi dengan metode *Global thresholding* dan nilainya berada di bawah 40 dB. Hal tersebut mengindikasikan kualitas citra relatif rendah karena distorsi masih terlihat jelas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang memperlihatkan hasil yang maksimal adalah metode deteksi tepi Canny yang disegmentasi dengan metode *Global thresholding*.

Kata Kunci: *radiologi, fraktur, deteksi tepi, Global thresholding*

1. Latar Belakang

Tepi adalah sekumpulan piksel yang terhubung pada suatu batas antara dua daerah. Tepi dapat dideteksi dengan melakukan konvolusi menggunakan matriks yang diperoleh dari piksel [1]. Metode deteksi tepi merupakan suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek citra yang bertujuan untuk menandai bagian yang menjadi detil citra dan memperbaiki detil citra yang kabur karena *error*. Operator gradien turunan pertama digunakan pada metode Robert, metode Sobel, metode Prewitt dan metode Canny [2]. Pada metode Robert dan Prewitt, menunjukkan tingkat akurasi yang didapat mencapai 70% dan metode Sobel dengan tingkat akurasi sebesar 75% [3]. Metode Canny menunjukkan tingkat akurasi sebesar 80% dari citra yang dihasilkan [4]. Sedangkan operator turunan kedua adalah Laplace of Gauss (LoG). Operator Laplace of Gauss dapat mendeteksi tepi lebih akurat karena citra disaring terlebih dahulu dengan fungsi Gaussian [5].

Pada pengolahan citra menggunakan metode deteksi tepi masih terdapat *noise*. Untuk itu perlu adanya pengolahan citra yang dapat mengurangi *noise*, yaitu dengan menggunakan

metode segmentasi. Metode segmentasi merupakan proses pembagian sebuah citra ke dalam sejumlah bagian atau objek. Metode segmentasi yang digunakan adalah metode *Global thresholding*. Metode *thresholding* merupakan dasar suatu pencirian data menggunakan identifikasi matriks [6]. Metode *Global thresholding* adalah perubahan nilai piksel yang dibandingkan dengan nilai ambang (T) yang sama untuk keseluruhan piksel. Perubahan nilai piksel tersebut menyebabkan bagian tertentu menjadi terang atau gelap [7].

Parameter yang digunakan untuk mengukur perbandingan pengolahan citra di antaranya *Mean Squared Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) (8). MSE merupakan nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil. PSNR merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra hasil [9]. Nilai PSNR di bawah 40 dB mengindikasikan kualitas yang relatif rendah karena distorsi pada citra penyisipan terlihat jelas. Semakin besar nilai MSE maka tampilan pada citra hasil akan semakin buruk. Sebaliknya, semakin kecil nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin baik. Semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas citra

yang dihasilkan. Nilai MSE berbanding terbalik dengan nilai PSNR [10].

Citra radiologi digunakan untuk mengetahui kerusakan tulang. Pembacaan hasil citra radiologi biasanya masih mengandalkan kemampuan visual manusia yang terbatas [11]. Seiring dengan perkembangan teknologi, pengolahan citra radiologi dapat dilakukan dengan proses komputasi. Pengolahan citra secara komputasi dilakukan untuk menghindari beberapa kemungkinan, misalnya adanya *noise* dan adanya kabut yang menghalangi objek yang sedang di-*capture* [12].

Pada penelitian ini metode deteksi tepi digunakan untuk mengolah citra radiologi fraktur tulang. Metode deteksi tepi yang digunakan adalah metode Robert, metode Sobel, metode Prewitt, metode Laplace of Gauss (LoG) dan metode Canny. Kemudian disegmentasi dengan metode *Global thresholding* agar mendapat kualitas tepi citra yang tampak jelas sehingga dapat mengurangi *noise*. Parameter yang digunakan untuk melihat perbandingan pengolahan citra radiologi fraktur tulang adalah dengan nilai MSE dan nilai PSNR.

2. Metodologi Data



Gambar 1 Citra fraktur tulang; (a) Citra 1; (b) Citra 2; (c) Citra 3; (d) Citra 4; (e) Citra 5; (f) Citra 6; (g) Citra 7.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra radiologi fraktur tulang. Citra yang digunakan terdiri dari 3 citra fraktur tulang kaki (citra 1, citra 2 dan citra 3), 2 citra fraktur tulang jari kaki (citra 4 dan citra 5), 1 citra fraktur tulang selangka (citra 6) dan 1 citra fraktur tulang ekor (citra 7). Data citra fraktur tulang dalam format *file* berbentuk "*bitmap image (.bmp)*", dapat dilihat pada Gambar 1.

Pre-Processing

Proses *pre-processing* dimulai dari mengubah citra radiologi fraktur tulang ke dalam bentuk *grayscale*. Tahapan yang dilakukan pada proses *grayscale* adalah dengan memisahkan nilai *red green blue (rgb)* pada citra asli. Kemudian dari nilai *red*, *green* dan *blue* akan dicari nilai piksel baru. Dapat dilihat pada persamaan (1).

$$\begin{aligned} f_i^R(x,y) &= 255 - R \\ f_i^G(x,y) &= 255 - G \\ f_i^B(x,y) &= 255 - B \end{aligned} \quad (1)$$

Kemudian dari nilai piksel baru akan dicari nilai *grayscale* dengan persamaan (2).

$$f_0(x,y) = \frac{f_i^R(x,y) + f_i^G(x,y) + f_i^B(x,y)}{3} \quad (2)$$

dengan:

R = nilai piksel *red* lama

G = nilai piksel *green* lama

B = nilai piksel *blue* lama

$f_0(x,y)$ = nilai piksel *grayscale* pada koordinat (x,y)

$f_i^R(x,y)$ = nilai piksel *red* baru pada koordinat (x,y)

$f_i^G(x,y)$ = nilai piksel *green* baru pada koordinat (x,y)

$f_i^B(x,y)$ = nilai piksel *blue* baru pada koordinat (x,y)

Pada proses tersebut data akan diubah menjadi abu-abu (*gray*) dan selanjutnya akan dilakukan proses deteksi tepi.

Deteksi tepi

Metode deteksi tepi yang digunakan untuk mengolah citra radiologi fraktur tulang adalah metode Robert, metode Sobel, metode Prewitt, metode Laplacian of Gauss dan metode Canny.

Metode Robert

Metode Robert menggunakan operator gradien dengan dua buah matriks berukuran 2x2 piksel pada persamaan (3). Proses yang dilakukan adalah mengkonvolusi citra *grayscale*

dengan matriks *kernel* Robert arah horizontal (H) dan vertikal (V).

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad V = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Konvolusi dilakukan seperti pada persamaan (4) dan persamaan (5)

$$G_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x, y) - f(x-1, y) \quad (4)$$

dan

$$G_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y) - f(x, y-1) \quad (5)$$

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (6)$$

dengan:

G = Nilai gradien pada piksel

G_x = Nilai gradien Robert arah horizontal

G_y = Nilai gradien Robert arah vertikal

Metode Sobel

Metode Sobel merupakan pengembangan dari metode Robert yang menggunakan operator gradien, akan tetapi matriks yang digunakan berukuran 3x3 piksel yang ditunjukkan pada persamaan (7). Metode Sobel dilakukan dengan cara mengkonvolusi citra *grayscale* dengan matriks Sobel arah horizontal (H) dan vertikal (V).

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Piksel diubah ke dalam matriks seperti pada persamaan (8):

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

dengan:

$f(x, y)$ = ukuran piksel citra dalam matriks

a_n = nilai piksel pada matriks

(x, y) = nilai piksel baru hasil konvolusi

Konvolusi matriks metode Sobel dilakukan dengan persamaan (9) dan persamaan (10):

$$G_x = (a_2 + 2a_3 + a_4) - (a_0 + 2a_7 + a_6) \quad (9)$$

dan

$$G_y = (a_0 + 2a_1 + a_2) - (a_6 + 2a_5 + a_4)$$

(10)

Selanjutnya, dihitung besaran gradien dengan persamaan (11):

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (11)$$

dengan:

G = Nilai gradien atau nilai pada piksel (x, y)

G_x = matriks Sobel arah horizontal

G_y = matriks Sobel arah vertikal

Metode Prewitt

Metode Prewitt tidak jauh berbeda dengan metode Sobel yang menggunakan operator gradien dengan matriks berukuran 3x3 piksel pada persamaan (12). Metode Prewitt dilakukan dengan cara mengkonvolusi citra *grayscale* dengan matriks Prewitt arah horizontal (H) dan vertical (V).

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad V = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Konvolusi matriks metode Prewitt dilakukan dengan persamaan (13) dan persamaan (14):

$$G_x = (a_2 + a_3 + a_4) - (a_0 + a_7 + a_6) \quad (13)$$

dan

$$G_y = (a_0 + a_1 + a_2) - (a_6 + a_5 + a_4) \quad (14)$$

Selanjutnya, dihitung besaran gradien dengan persamaan (15):

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (15)$$

dengan:

G = Nilai gradien atau nilai pada piksel (x, y)

G_x = matriks Sobel arah horizontal

G_y = matriks Sobel arah vertikal

Metode Laplacian of Gauss (LoG)

Metode Laplacian of Gauss (LoG) dilakukan dengan menentukan bagian tepi citra menggunakan orde turunan kedua. Operator Laplace menghasilkan kepekaan terhadap *noise* pada tiap bagian piksel. Persamaan (16) untuk turunan $f(x, y)$ adalah :

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (16)$$

Sehingga didapatkan turunan kedua dari $f(x, y)$ dengan persamaan (17):

$$\nabla^2 f(x, y) = 4f(x, y) + f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) \quad (17)$$

Persamaan (17) dihasilkan dengan melakukan konvolusi matriks Laplacian pada persamaan (18):

$$\nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} f(x-1, y+1) & f(x, y+1) & f(x+1, y+1) \\ f(x-1, y) & f(x, y) & f(x+1, y) \\ f(x-1, y-1) & f(x, y-1) & f(x+1, y-1) \end{bmatrix} \quad (18)$$

Kemudian dilakukan filter Gaussian dengan persamaan (19):

$$g(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (19)$$

Fungsi dari filter Gaussian untuk mengaburkan citra dan menghilangkan *noise*. Sehingga operator Laplacian of Gauss didapatkan dari konvolusi persamaan (20):

$$\nabla^2 g(x, y) = \left(\frac{x^2 + y^2 - 2\sigma^2}{\sigma^4} \right) * e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (20)$$

dengan:

σ = Nilai standar deviasi distribusi ($\sigma = 1,4$)

e = Nilai eksponensial (2,71828183)

Metode Canny

Metode Canny dimulai dari memasukan citra berupa *grayscale* dan kemudian melakukan proses *filtering gaussian* dengan $\sigma = 1,4$. Ini bertujuan untuk menyaring *noise* dari citra awal agar mendapatkan hasil tepi citra yang halus. Selanjutnya dilakukan konvolusi dengan persamaan (21).

$$\frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Kemudian dihitung *gradient magnitude* dengan menggunakan persamaan (22) berikut:

$$G = |G_x| + |G_y| \quad (22)$$

Dan untuk menentukan arah tepian digunakan persamaan (23):

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right) \quad (23)$$

Selanjutnya dilakukan proses penghilangan nilai-nilai yang tidak maksimum (*non maxima suppression*). Jika nilai intensitas tidak maksimum, maka akan dilakukan penurunan nilai piksel menjadi 0. Tahapan selanjutnya dilakukan proses pengambangan (*thresholding*) dengan menggunakan dua nilai ambang yaitu T_{min} (*threshold nilai rendah*) dan T_{max} (*threshold nilai tinggi*) seperti pada persamaan (24).

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } T_{min} \leq f(x, y) \leq T_{max} \\ 0, & \text{jika sebaliknya} \end{cases} \quad (24)$$

Kemudian dari hasil proses *thresholding* didapat bentuk tepi citra dari metode deteksi tepi menggunakan metode Canny.

Segmentasi

Metode segmentasi yang digunakan adalah metode *Global thresholding*. Citra hasil *thresholding* biasanya digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi fitur. Metode *Global thresholding* dilakukan untuk melengkapi bagian yang kurang atau hilang menggunakan sebuah nilai ambang (*threshold*) yang berlaku untuk seluruh bagian pada citra seperti pada persamaan (25).

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \geq T \\ 0, & f(x, y) < T \end{cases} \quad (25)$$

dengan:

$g(x, y)$ = Nilai citra setelah *Global thresholding*

$f(x, y)$ = Nilai citra deteksi tepi

T = Nilai ambang

Metode *Global thresholding* dilakukan untuk mengubah nilai piksel menjadi terang (putih) jika lebih dari nilai ambang, atau gelap (hitam) jika kurang dari nilai ambang pada bagian yang dianggap tepi citra. Metode *Global thresholding* menggunakan nilai T sebesar 0,5. Jika pada citra hasil yang memiliki nilai piksel citra lebih dari 0,5, akan diubah menjadi nilai 1 (terang) atau putih. Begitu juga sebaliknya, jika nilai piksel citra kurang dari 0,5 maka akan diubah menjadi nilai 0 (gelap) atau hitam.

Perbandingan menggunakan MSE dan PSNR

Parameter yang digunakan untuk perbandingan citra radiologi adalah *Mean Squared Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Nilai MSE digunakan sebagai nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra yang sudah diolah dan PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra asli dengan citra yang sudah diolah. PSNR sering dinyatakan dalam skala logaritmik dalam *decibel* (dB). Nilai MSE dan PSNR dihitung dengan menggunakan persamaan (26) dan persamaan (27)

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_{i,j} - g_{i,j})^2 \quad (26)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C^2 \max}{MSE} \right) \quad (27)$$

dengan:

$M \times N$ = besaran dimensi citra

$f_{i,j}$ = Citra asli

$g_{i,j}$ = Citra hasil

$C^2 \max$ = nilai MSE terbesar yang mungkin antara dua citra dalam

3. Hasil dan Pembahasan

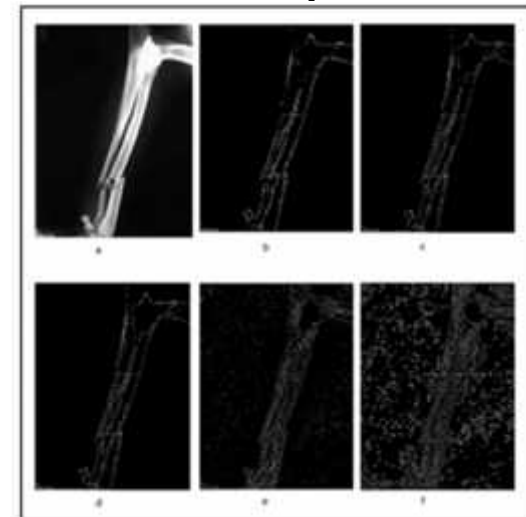
Pre-Processing pada Fraktur Tulang

Pre-Processing dilakukan dengan cara mengubah citra asli menjadi citra *grayscale*. Pengubahan citra *grayscale* dilakukan untuk mempermudah pengolahan citra menggunakan metode deteksi tepi. Hasil dari proses perubahan citra asli ke *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Citra *grayscale*; (a) Citra 1; (b) Citra 2; (c) Citra 3; (d) Citra 4; (e) Citra 5; (f) Citra 6; (g) Citra 7.

Proses Metode Deteksi Tepi



Gambar 3. Hasil deteksi tepi citra 1; (a) Citra *Grayscale*; (b) Metode Robert; (c) Metode Sobel; (d) Metode Prewitt; (e) Metode Laplace of Gauss; (f) Metode Canny.

Hasil dari metode deteksi tepi pada citra radiologi dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 memperlihatkan perubahan citra yang terjadi pada bagian tepi citra yang menjadi terang atau gelap. Gambar 3(a) berupa citra tulang kaki. Pada Gambar 3(b) deteksi tepi menggunakan metode Robert memperlihatkan citra yang dihasilkan tidak terdapat *noise* atau titik yang

melewati bentuk asli dari gambar fraktur tulang kaki. Namun metode Robert lebih banyak garis tepinya yang masih terputus putus. Pada Gambar 3(c) deteksi tepi menggunakan metode Sobel citra tidak terdapat *noise*. Tidak jauh berbeda dengan metode Sobel pada Gambar 3(d) hasil dari metode Prewitt tidak terdapat *noise* atau titik yang melewati bentuk asli dari gambar fraktur tulang kaki. Jika diperhatikan metode Sobel dan metode Prewitt yang dihasilkan masih bisa dilihat secara jelas bentuk citra fraktur tulang kaki dibandingkan metode Robert.

Namun pada metode Robert, metode Sobel dan metode Prewitt memiliki kekurangan yaitu masih banyak piksel yang merupakan bagian tepi yang tidak ikut terdeteksi. Hal ini karena pada metode Robert lebih menekankan perhitungan gradient arah diagonal dengan matriks 2×2 , sedangkan metode Sobel dan metode Prewitt lebih ke arah vertikal dan horizontal dengan matriks 3×3 .

Gambar 3(e) citra yang diolah menggunakan metode Laplace of Gauss memunculkan banyak *noise*. Hal tersebut karena pada bagian piksel yang bukan tepi, ikut terdeteksi sebagai tepi citra akibat dari filter Gauss yang seharusnya sebagai penghilang *noise*. Namun dengan metode Laplace of Gauss terlihat jelas bentuk garis tepi citra sehingga membentuk fraktur tulang kaki. Begitu juga pada Gambar 3(f) citra yang diolah dengan menggunakan metode Canny memperlihatkan bentuk tepi citra fraktur tulang, namun banyak terdapat *noise*. Hal ini disebabkan pada metode Canny piksel yang bukan tepi juga ikut terbaca sebagai tepi citra sehingga menyebabkan gambar menjadi agak buram dan tidak terlihat jelas. Metode Canny memiliki tingkat *noise* yang tinggi dibandingkan dengan metode lain.

Proses Metode *Global thresholding*

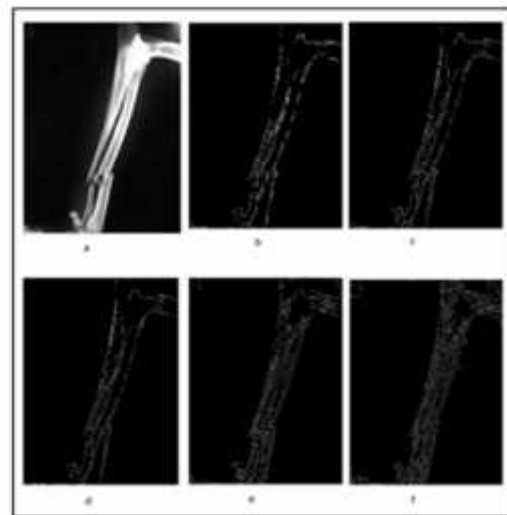
Proses selanjutnya, segmentasi dengan *Global thresholding* pada citra hasil deteksi tepi. Segmentasi menggunakan *Global thresholding* dilakukan untuk perubahan nilai *iluminasi* (terang) yang menggunakan nilai ambang (T). Hasil dari proses segmentasi *Global thresholding* dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menjelaskan proses segmentasi dengan menggunakan metode *Global thresholding* yang diolah pada citra radiologi fraktur tulang. Metode *Global thresholding* dilakukan untuk melengkapi bagian yang kurang atau hilang dari tepi citra. Gambar 4(b) memperlihatkan hasil dari metode deteksi tepi Robert yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*, tidak terlalu berbeda dengan pengolahan menggunakan metode

deteksi tepi secara visual. Tetapi pada bagian tepi citra menjadi lebih terang. Pada Gambar 4(c) metode Sobel yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding* secara visual, tidak terlalu berbeda dengan pengolahan menggunakan metode deteksi tepi, tetapi pada bagian tepi citra menjadi lebih terang.

Gambar 4(d) menunjukkan metode Prewitt yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*. Secara visual tidak tampak berbeda dengan hasil pengolahan metode deteksi tepi, hanya saja garis tepi pada citra menjadi lebih terang. Sedangkan pada Gambar 4(e) metode Laplace of Gauss yang disegmentasi menggunakan *Global thresholding*, secara visual *noise* yang terdapat pada gambar menghilang karena pengaruh dari nilai ambang.

Pada Gambar 4(f) metode Canny yang disegmentasi dengan *Global thresholding*, menjelaskan bahwa *error* yang terdapat pada metode deteksi tepi berkurang, sehingga menyebabkan *noise* atau piksel yang bukan tepi menjadi hilang dengan hasil gambar yang terlihat jelas.



Gambar 4 Hasil segmentasi *Global thresholding*; (a) Citra *Grayscale*; (b) Metode Robert; (c) Metode Sobel; (d) Metode Prewitt; (e) Metode Laplace of Gauss; (f) Metode Canny.

Analisis Perbandingan Pengolahan Citra Fraktur Tulang dengan Metode Deteksi Tepi dan Metode *Global thresholding*

Analisis yang dilakukan berupa perbandingan citra asli (*grayscale*) dengan metode deteksi tepi dan perbandingan citra asli dengan metode deteksi tepi yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*. Perbandingan dilakukan dengan mencari nilai

MSE dan PSNR. Nilai MSE dan PSNR didapatkan dengan membandingkan nilai selisih piksel-piksel citra asli dengan citra hasil pada posisi piksel yang sama.

Tabel 1 dan Tabel 2 memperlihatkan nilai MSE dan PSNR dari proses perbandingan antara hasil dari citra 1 menggunakan beberapa metode deteksi tepi dengan hasil dari citra 1 yang menggunakan metode deteksi tepi yang diolah dengan segmentasi metode *Global thresholding*.

Tabel 1 Nilai MSE citra 1

| No | Deteksi tepi | <i>Global thresholding</i> | | | | |
|----|--------------|----------------------------|-------|---------|------|-------|
| | | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | Robert | 0,58 | 1,24 | 1,29 | 1,48 | 1,38 |
| 2 | Sobel | 1,17 | 0,39 | 0,71 | 1,41 | 1,1 |
| 3 | Prewitt | 1,17 | 0,41 | 0,7 | 1,4 | 1,1 |
| 4 | LoG | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 1,63 | 2,45 |
| 5 | Canny | 8,38 | 8,12 | 8,09 | 8,03 | 6,84 |

Dapat dilihat pada Tabel 1 nilai MSE yang terendah 0,39 pada perbandingan antara citra metode deteksi tepi Sobel dengan citra metode deteksi tepi Sobel yang telah disegmentasi *Global thresholding*. Sedangkan nilai MSE tertinggi 8,38 pada perbandingan antara citra metode deteksi tepi Canny dengan citra metode deteksi tepi Robert yang telah disegmentasi *Global thresholding*. Hal ini karena pada metode deteksi tepi Canny masih banyak terdapat *noise* dibandingkan dengan metode Robert yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*.

Namun semakin tinggi nilai MSE, maka kualitas citra hasil rekonstruksi akan makin jelek seiring dengan penurunan nilai PSNR. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan secara kuantitatif nilai PSNR yang terendah 38,93 dB pada perbandingan antara citra metode deteksi tepi Canny dengan citra metode deteksi tepi Robert yang telah disegmentasi *Global thresholding*. Tetapi kualitas citra yang dihasilkan masih relatif rendah dengan nilai PSNR di bawah 40 dB. Hal ini karena pada hasil citra dengan metode Canny terdapat *noise* yang lebih besar dibandingkan dengan hasil pengolahan citra menggunakan metode Robert yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*. Kualitas citra yang baik dapat dilihat jika citra yang sudah diolah memiliki kesamaan dengan citra asli sebagai perbandingan. Seperti pada citra metode deteksi tepi Sobel dengan citra metode deteksi tepi Sobel yang telah disegmentasi *Global thresholding* didapatkan nilai PSNR tertinggi 52,28 dB. Kualitas citra yang dihasilkan sangat tinggi artinya citra hasil pengolahan metode

deteksi tepi sama dengan citra hasil pengolahan metode *Global thresholding*.

Tabel 2 Nilai PSNR citra 1

| No | Deteksi tepi | <i>Global thresholding</i> | | | | |
|----|--------------|----------------------------|-------|---------|------|-------|
| | | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | Robert | 51 | 47,22 | 47,05 | 46,5 | 46,77 |
| 2 | Sobel | 47,49 | 52,28 | 49,68 | 46,7 | 47,74 |
| 3 | Prewitt | 47,48 | 52,05 | 49,69 | 46,7 | 47,75 |
| 4 | LoG | 43,52 | 43,53 | 43,52 | 46,1 | 44,27 |
| 5 | Canny | 38,93 | 39,07 | 39,08 | 39,1 | 39,81 |

Tabel 3 Nilai MSE perbandingan citra asli dan Deteksi tepi

| No | Deteksi Tepi | | | | |
|----|--------------|--------|---------|--------|--------|
| | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | 34,16 | 34,28 | 34,27 | 33,6 | 32,12 |
| 2 | 89,19 | 88,9 | 88,88 | 85,77 | 84,64 |
| 3 | 101,77 | 100,68 | 100,71 | 92,18 | 87,45 |
| 4 | 49,41 | 49,05 | 49,079 | 45,43 | 43,11 |
| 5 | 74,26 | 73,76 | 73,75 | 69,37 | 66,53 |
| 6 | 125,04 | 123,6 | 123,62 | 115,16 | 114,9 |
| 7 | 131,03 | 130,61 | 130,57 | 120,6 | 122,29 |

Tabel 4 Nilai PSNR perbandingan citra asli dan Deteksi tepi

| No | Deteksi Tepi | | | | |
|----|--------------|-------|---------|-------|-------|
| | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | 32,83 | 32,81 | 32,81 | 32,9 | 33,1 |
| 2 | 28,66 | 28,67 | 28,67 | 28,83 | 28,89 |
| 3 | 28,09 | 28,13 | 28,13 | 28,52 | 28,75 |
| 4 | 31,23 | 31,26 | 31,26 | 31,59 | 31,82 |
| 5 | 29,46 | 29,49 | 29,49 | 29,75 | 29,93 |
| 6 | 27,19 | 27,24 | 27,24 | 27,55 | 27,56 |
| 7 | 26,99 | 27,01 | 27,01 | 27,35 | 27,29 |

Perbandingan antara citra asli (*grayscale*) dengan metode deteksi tepi dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Tabel 3 merupakan perbandingan antara citra *grayscale* berupa citra asli dengan hasil deteksi tepi, menunjukkan nilai MSE yang dihasilkan sangat besar. Nilai MSE terkecil didapatkan pada perbandingan antara citra 1 dengan menggunakan metode deteksi tepi Canny sebesar 32,12. Sedangkan metode Laplace of Gauss dengan nilai MSE 33,6, metode Robert nilai MSE 34,16, metode Sobel nilai MSE 34,28, dan metode Prewitt nilai MSE 34,27. Nilai MSE tertinggi sebesar 131,03 pada perbandingan citra 7 berupa tulang ekor dengan metode Robert. Hal ini karena pada pengolahan menggunakan metode Robert hanya

menampilkan sedikit bagian tepi citra dan tidak terlihat jelas bentuk citra tulang ekor.

Tabel 4 memperlihatkan perbandingan antara citra *grayscale* dengan metode deteksi tepi didapatkan nilai PSNR tertinggi pada metode Canny sebesar 33,1 dB pada citra 1. Tetapi kualitas citra yang dihasilkan masih relatif rendah di bawah 40 dB. Hal tersebut karena pada metode Canny masih terdapat *noise* yang besar sehingga perbandingan dengan citra asli juga ikut membaca *noise* tersebut sebagai citra. Kemudian dengan metode Laplace of Gauss dengan nilai PSNR 32,9 dB, metode Robert nilai PSNR 32,83 dB, metode Sobel nilai PSNR 32,81 dB, dan metode Prewitt nilai 32,81 dB. Untuk nilai PSNR terendah 26,99 perbandingan antara citra 7 asli dengan metode Robert menunjukkan kualitas citra sangat rendah di bawah 40 dB. Hal tersebut terjadi karena pada citra tulang ekor yang diolah dengan metode Robert tidak memiliki kesamaan kualitas dengan citra asli.

Perbandingan antara citra asli dengan metode deteksi tepi yang telah disegmentasi menggunakan *Global thresholding* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Nilai MSE perbandingan citra asli dan segmentasi *Global thresholding*

| No | <i>Global thresholding</i> | | | | |
|----|----------------------------|--------|---------|--------|--------|
| | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | 34,2 | 34,36 | 34,43 | 34,02 | 33,51 |
| 2 | 88,94 | 88,89 | 88,92 | 87,58 | 85,25 |
| 3 | 100,88 | 100,87 | 101,09 | 98,2 | 97,61 |
| 4 | 49,18 | 49,19 | 49,28 | 47,35 | 45,77 |
| 5 | 73,93 | 73,86 | 74,1 | 71,87 | 69,5 |
| 6 | 124,2 | 124,01 | 124,16 | 120,8 | 121,01 |
| 7 | 130,87 | 130,78 | 130,94 | 127,04 | 124,29 |

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbandingan antara citra *grayscale* berupa citra asli dengan hasil dari deteksi tepi yang telah disegmentasi menggunakan *Global thresholding*, menunjukkan nilai MSE yang dihasilkan sangat besar. Nilai MSE terkecil didapatkan pada perbandingan antara citra 1 dengan menggunakan metode deteksi tepi Canny 33,51. Sedangkan dengan metode Laplace of Gauss dengan nilai MSE 34,02, metode Robert nilai MSE 34,2, metode Sobel nilai MSE 34,36, dan metode Prewitt nilai MSE 34,43. Nilai MSE tertinggi sebesar 130,87 pada perbandingan citra 7 dengan metode Robert yang disegmentasi menggunakan metode *Global thresholding*. Hal ini karena pada pengolahan citra metode Robert yang disegmentasi metode *Global thresholding* hanya

menampilkan sedikit bagian tepi citra sehingga MSE yang dihasilkan sangat tinggi.

Tabel 6 memperlihatkan nilai PSNR yang tertinggi pada metode Canny 32,91 dB pada citra 1 berupa tulang kaki. Namun kualitas yang dihasilkan masih relatif rendah dibawah 40 dB. Kemudian dengan metode Laplace of Gauss dengan nilai PSNR 32,85 dB, metode Robert nilai PSNR 32,82 dB, metode Sobel nilai PSNR 32,80 dB, dan metode Prewitt nilai 32,79 dB pada tulang kaki. Metode Canny memiliki tingkat *error* yang rendah. Hal ini disebabkan pada metode Canny dilakukan tahapan filter Gaussian dan dilakukan pemisahan pada tiap nilai gradien dengan menggunakan nilai ambang sebagai bagian akhir citra. Namun, pada metode Canny yang disegmentasi menggunakan *Global thresholding*, nilai piksel yang dihasilkan pada citra diperkecil kembali dan mengakibatkan citra lebih terlihat jelas dengan tingkatan sedikit *noise*. Tetapi kualitas citra masih relatif rendah, karena beberapa distorsi yang masih terlihat jelas dengan nilai PSNR kurang dari 40 dB.

Tabel 6 Nilai PSNR perbandingan citra asli dan segmentasi *Global thresholding*

| No | <i>Global thresholding</i> | | | | |
|----|----------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | Robert | Sobel | Prewitt | LoG | Canny |
| 1 | 32,82 | 32,8 | 32,79 | 32,85 | 32,91 |
| 2 | 28,67 | 28,68 | 28,67 | 28,74 | 28,86 |
| 3 | 28,13 | 28,13 | 28,12 | 28,24 | 28,27 |
| 4 | 31,25 | 31,25 | 31,24 | 31,41 | 31,56 |
| 5 | 29,48 | 29,48 | 29,47 | 29,6 | 29,74 |
| 6 | 27,22 | 27,23 | 27,22 | 27,34 | 27,34 |
| 7 | 26,99 | 26,99 | 26,99 | 27,12 | 27,22 |

4. Kesimpulan

Dari perbandingan antara citra asli dengan hasil pengolahan menggunakan beberapa metode deteksi tepi didapatkan nilai MSE 32,12 hingga 131,03 dan nilai PSNR 33,0974 dB hingga 26,9912 dB. Sedangkan dari perbandingan antara citra asli dengan hasil pengolahan menggunakan beberapa metode deteksi tepi yang disegmentasi dengan metode *Global thresholding* didapatkan nilai MSE 33,51 hingga 130,94 dan nilai PSNR 32,9129 dB hingga 26,994 dB. Pengolahan citra radiologi fraktur tulang menggunakan metode deteksi tepi dan metode segmentasi *Global thresholding*, menunjukkan bahwa metode Canny menghasilkan bentuk tepi citra yang terlihat jelas, tetapi dengan kualitas yang masih terbilang buruk karena nilai PSNR di bawah 40 dB.

Daftar Pustaka

- [1] Basuki A, Jazua FP, Fatchurrachman. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic* Jakarta: Graha Ilmu; 2005.
- [2] Ramadhan M. Digital Library UIN Sunan Kalijaga. [Online]. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga; 2014 [cited 2017 Maret 23. Available from: <http://digilib.uin-suka.ac.id/13298/>.
- [3] Parikesit D. *Analisa Deteksi Tepi untuk Mengidentifikasi Pola Wajah Review (Image Edge Detection Based And Morphology)* (Tesis S2) Jakarta: Universitas Budi Luhur; 2009.
- [4] Triono P, Murinto. *Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Mendeteksi Fraktur Tulang Dengan Metode Deteksi Tepi Canny*. Jurnal Informatika. 2015 Juli; 9(2): p. 1.
- [5] Nurhasanah. *Pendeteksi Tepi Citra CT Scan dengan Menggunakan Laplaceian of Gauss (LoG)*. Positron. 2012; II(1): p. 17-22.
- [6] Sutramiani NP, Putra IKGD, Sudarma M. *Local Adaptive Thresholding Pada Preprocessing Citra Lontar Aksara Bali*. Teknologi Elektro. 2015 Januari; 14(1).
- [7] Mandalasari AF. Digital Library UIN Sunan Kalijaga. [Online]. Yogyakarta: Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga; 2013 [cited 2017 Maret 22. Available from: <http://digilib.uin-suka.ac.id/9100/>.
- [8] Alfira SN. *Pengaruh Sinar-X Terhadap Kesehatan Janin Ibu Hamil Trimester Pertama* (Skripsi S1) Makasar: Universitas Hasanuddin; 2014.
- [9] Male MG, Wirawan , Setijadi E. *Analisis Kualitas Citra Pada Steganografi Untuk Aplikasi e-Government*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi. 2012 Febuari; XV.
- [10] Munandar TA, Santoso AJ. researchgate. [Online]. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya; 2011 [cited 2017 Maret 22. Available from: https://www.researchgate.net/publication/260555075_ANALISA_PSNR_RASIO_KOMPRESI_WARNA_DAN_MSE_TERHADAP_KOMPRESI_IMAGE_MENGGUNAKAN_31_FUNGSI_WAVELET.
- [11] Yueniwati Y. *Radiologi Untuk Mendeteksi Kelainan dan Cedera Tulang Belakang* Malang: Universitas Brawijaya; 2014.
- [12] Sitorus S, Suyanto S. *Buku Ajaran Pengolahan Citra Digital* Medan: Universitas Sumatera Utara; 2006.